

С. С. Журавлев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ СУХОГО ТРЕНИЯ В ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОДВЕСКАХ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Плавность хода автомобилей в основном определяется параметрами системы подрессоривания и во многом зависит от величины сил сухого трения в подвеске. Известно, что сухое трение способствует блокировке подвески, вследствие чего колебания автомобиля происходят на шинах с повышенной частотой и значительным затуханием, что неблагоприятно сказывается на водителе и пассажирах [1, 2]. Кроме того, при выборе характеристики амортизаторов также необходимо знать величину сил сухого трения в подвеске [3].

В настоящее время для определения сил сухого трения в подвеске наибольшее распространение получил метод последовательного нагружения и разгрузки подвески непосредственно на автомобиле с регистрацией при этом величины нагрузки на подвеску и ее прогиба. Однако для большегрузных автомобилей с общим весом 100 т и выше такой способ практически трудно осуществим. Поэтому для определения сил сухого трения в подвеске опытного автомобиля БелАЗ-549 был предложен метод, основанный на замере давлений в цилиндрах пневмогидравлической подвески с последующей записью их на фотобумагу с помощью осциллографа.

Величина трения определялась отдельно для передней и задней подвесок. К рабочей полости цилиндров подвески с помощью специально изготовленных переходников присоединялись предварительно протарированные тензометрические датчики давлений. Электрический сигнал от датчиков усиливался с помощью усилителя ТА-5 и затем подавался на шлейф светолучевого осциллографа К12-22. Запись давлений проводилась во время впуска и выпуска воздуха из цилиндров подвески.

Опыты проводились в следующем порядке. Воздух с помощью имеющейся на автомобиле системы регулирования подвески полностью выпускался из цилиндров подвески в атмосферу. Через 3—5 сек после включения аппаратуры на режим записи открывались электропневматические клапаны цилиндров подвески и воздух под давлением одновременно поступал в оба цилиндра под-

вески. Через некоторое время происходил срыв подвески и начинался подъем подрессоренной массы относительно неподдресоренной. После растяжения цилиндров на 100—150 мм выключалась подача воздуха в цилиндры подвески на 3—5 сек и затем начинался выпуск воздуха в атмосферу до полного сжатия цилиндров. Вслед за этим выключалась регистрирующая аппаратура. Аналогичные опыты проводились для передней и задней подвесок.

Результат эксперимента приведен на рис. 1. Линии 1 и 2 представляют собой график изменения давлений в левом и правом

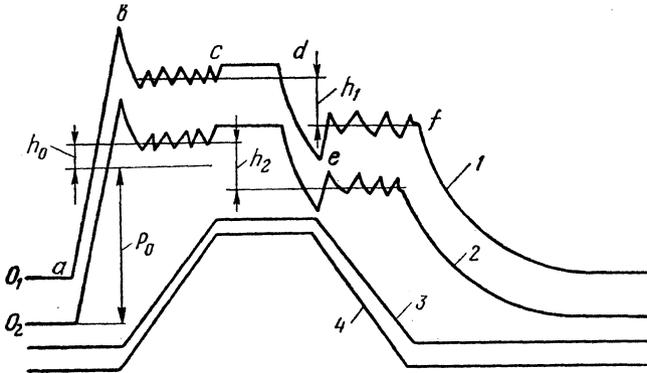


Рис. 1. Осциллограмма изменения давлений в пневмогидравлических цилиндрах на ходе отбоя и сжатия подвески.

цилиндрах передней подвески при растяжении и сжатии пневмогидравлического цилиндра, линии 2 и 3 — запись относительного перемещения подрессоренных масс, полученную с помощью реохордов, установленных на цилиндрах подвески. По этим линиям определялся момент срыва подвески.

Из осциллограммы видно, что давление в цилиндрах подвески нарастало примерно синхронно. На линии 1, например, можно выделить следующие характерные участки: *ab* — нарастание давления от нуля до номинального, при котором происходит срыв подвески, *bc* — растяжение цилиндра подвески, *de* — выпуск воздуха из подвески, *ef* — сжатие подвески до упора в буфер и затем полный выпуск воздуха из подвески. Для определения суммарной силы трения движения на ходе сжатия и отбоя необходимо знать отрезки h_1 и h_2 и масштабы записи давлений. Тогда трение в подвеске определится по формуле

$$P = (h_1\mu_1 + h_2\mu_2) F,$$

где μ_1 и μ_2 — масштабы записи давлений; F — площадь поршня подвески.

Трение покоя, т. е. трение в подвеске в момент срыва, как видно из рисунка, значительно превосходит величину трения движения и определяется разностью ординат точек b и e .

Для определения величины сил трения отдельно на ходе сжатия подвески и на ходе отбоя необходимо знать точный вес подвесочной массы, приходящийся на цилиндр подвески. Тогда расчетным путем можно определить давление воздуха в подвеске p_0 при отсутствии сил трения и отложить его в соответствующем масштабе на осциллограмме от линии, соответствующей нулевому давлению в цилиндре подвески. Сила трения, например, при растяжении для правого переднего цилиндра (линия 2) определится выражением

$$P_{\text{раст}} = h_0 \mu_2 F.$$

Для хода сжатия подвески сила трения будет равна

$$P_{\text{сж}} = (h_2 - h_0) \mu_2 F.$$

В заключение следует отметить, что, как видно из осциллограмм, трение покоя примерно на 40—60% выше, чем трение движения, что необходимо учитывать при проектировании и расчете подвески. Например, для задней подвески негруженого автомобиля БелАЗ-549 сила сухого трения на ходе сжатия составляет около 1100 кг, а на ходе отбоя — 900 кг, трение покоя соответственно для хода сжатия и отбоя составляет 1600 и 1300 кг.

Л и т е р а т у р а

- [1] Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля и его колебания. М., 1960.
 [2] Фейгин М. И. К исследованию вынужденных колебаний систем с сухим трением. — В сб.: Динамика машин. Под ред. С. Н. Кожевникова. М., 1966.
 [3] Дербаремдикер А. Д. Гидравлические амортизаторы автомобилей. М., 1969.